

РТУТЬ В УЛИЧНОЙ ПЫЛИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА
Беспалова А.И.

Научный руководитель доцент Таловская А.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие промышленности в настоящее время значительно влияет на экологическую обстановку городов [3]. Уличная пыль, представляя собой твердые частицы, имеющие сложный химический и вещественный состав и оседающие из атмосферного воздуха, является актуальным компонентом окружающей среды для оценки геоэкологического состояния городов в летнее время года [3]. Исследования уличной пыли в России менее распространены, чем в зарубежных городах, а также направлены на элементный анализ.

Ртуть – токсичный загрязнитель окружающей среды, по степени воздействия на организм человека относится к 1-му классу опасности [5]. Данный элемент обладает высокой степенью биоаккумуляции, в окружающую среду поступает через естественные и антропогенные источники. В организм человека может попасть путем вдыхания мелкодисперсной уличной пыли, содержащей комплекс химических элементов [1].

Томск является многопрофильным промышленным городом, в состав инфраструктуры которого входят предприятия топливно-энергетического комплекса, нефтехимическая отрасль, машиностроение и др.

Целью работы является изучение пространственного распределения ртути в уличной пыли на территории г. Томска.

Отбор и подготовка проб уличной пыли осуществлялась автором согласно литературным публикациям [3]. Пункты отбора проб располагались с использованием площадной системы наблюдений (масштаб 1:100000) с учетом ранее проведенных снего-и литогеохимических съёмок на территории города [7]. В процессе отбора площадная сеть стучалась в районах расположения промышленных предприятий. Общее количество отобранных и обработанных проб уличной пыли составило 45.

Анализ проб автором выполнен в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» на базе отделения геологии (ОГ) ТПУ. Определение содержания ртути в пробах происходило методом атомно-абсорбционной спектроскопии на ртутном анализаторе «РА-915+» с пиролизической приставкой «ПИРО-915+» (при консультации к.х.н., доцента ОГ ТПУ Осиповой Н.А.). Изучение минерально-вещественного состава осуществлялось с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа Leica EZ4D с видео приставкой согласно запатентованной методике (патент № 2229737) сотрудников каф. ГЭГХ (в н.в. отделение геологии) [9], рентгеновского дифрактометра (Bruker Phaser D2, консультант: к.г.-м.н., доцент ОГ ТПУ Соктоев Б.Р.) и сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N с ЭДС приставкой Bruker XFlash 4010 (консультант: к.г.-м.н., старший преподаватель ОГ ТПУ Ильенко С.С.).

Для оценки степени обогащения уличной пыли ртутью рассчитывали коэффициенты обогащения (Ke) относительно кларка земной коры [3]: $Ke = (C_{Hg}/C_{Sc})_{\text{проба}} / (C_{Hg}/C_{Sc})_{\text{земн. кора}}$, где C_{Hg} и C_{Sc} – содержание ртути и скандия как реперного элемента соответственно в пробе или в земной коре (кларк земной коры для Hg – 0,065 мг/кг, Sc – 15 мг/кг по Н.А. Григорьеву). Также производился расчет Ke относительно среднего содержания ртути (0,4 мг/кг) в почвогрунтах города [4], т.к. в летнее время они формируют состав уличной пыли. Значения Ke более 1 указывают на антропогенные источники поступления химических элементов, а Ke менее 1 – на литогенную природу элементов.

Определено, что пробы уличной пыли на территории г. Томска в основном мало обогащены ртутью согласно Ke (<1), относительно кларка земной коры, но в 8 раз больше обогащены относительно состава почвогрунтов. Однако наблюдаются локальные точки обогащения ртутью (Ke от 1,9 до 42,5 ед.), что объясняется антропогенным поступлением элемента в окружающую среду. Относительно почвогрунтов обогащение ртути намного уменьшается, некоторые локальные точки с высоким обогащением сохраняются (Ke 3,8 и 5,2 ед.). Одними из источников поступления ртути в окружающую среду являются сжигания природного газа и угля [5].

Изучение пространственного распределения ртути на территории позволило выделить геохимические ореолы ртути с концентрациями от 30 до 151,8 нг/г в южной части города (в Кировском районе), где обогащение ртутью относительно кларка земной коры достигает 3,5 раза, а также в центральной части города, в районе расположения ГРЭС-2 (Советский район) и в северо-восточной части (Октябрьский район) города. Наиболее контрастный ореол ртути, в котором концентрация ртути 30–90 нг/г наблюдается в Советском районе, приуроченный к району расположения старого золотвала. Контрастные ореолы ртути в почвогрунтах города также ранее были обнаружены в этом районе [5].

Сопоставление содержания ртути в пробах г. Томска с другими природными средами города показало уменьшение накопления ртути в уличной пыли, например, по сравнению с почвогрунтами в 3,3 раза, а с твердым осадком снегового покрова в 6,3 раза (таблица). В то же время сравнение полученных результатов с содержанием ртути в уличной пыли в других российских и зарубежных городах показывает относительно невысокое содержание ртути в уличной пыли г. Томска. Например, концентрация ртути в уличной пыли г. Томска в 5,8 раз меньше, чем в пыли г. Москва (160 нг/г) [2], в 7,6 раз меньше чем в г. Чжучжоу, Китай (210 нг/г) [2].

При анализе минерально-вещественного состава уличной пыли обнаружены природные (42 %) и техногенные частицы (58 %). К природным частицам отнесены частицы полевых шпатов, кварца, карбонатов, слюды и др. [7]. Из техногенных частиц обнаружены микросферулы алюмосиликатного состава, металлические микросферулы, угольные частицы, сажа, шлак, кирпичная крошка, синтетические волокна. Отличительной особенностью состава уличной пыли являются такие техногенные частицы, как частицы асфальта, шин и стекла.

Таблица

Среднее содержание ртути в уличной пыли и природных средах на территории г. Томска

Природная среда/ автор	Уличная пыль (данные автора)	Почвогрунты [4]	Атмосферный воздух [2]	Твердый осадок снегового покрова [5]	Листья тополя [6]
Содержание Hg, нг/г	27,6 ± 3,4	91,3	200–800 (нг/м ³)	173 ± 10	<25

Сравнение пространственного распределения ртути с распределением техногенных частиц в уличной пыли г. Томска позволило определить общие черты (рис.). Выявленные ореолы приурочены к районам расположения предприятий теплоэнергетики, стройиндустрии и частного сектора. В обнаруженных ореолах обнаружены продукты сжигания топлива (33 %), частицы строительных материалов (8 %), Al-Si микросферы (8 %), шлаковые частицы (10 %).

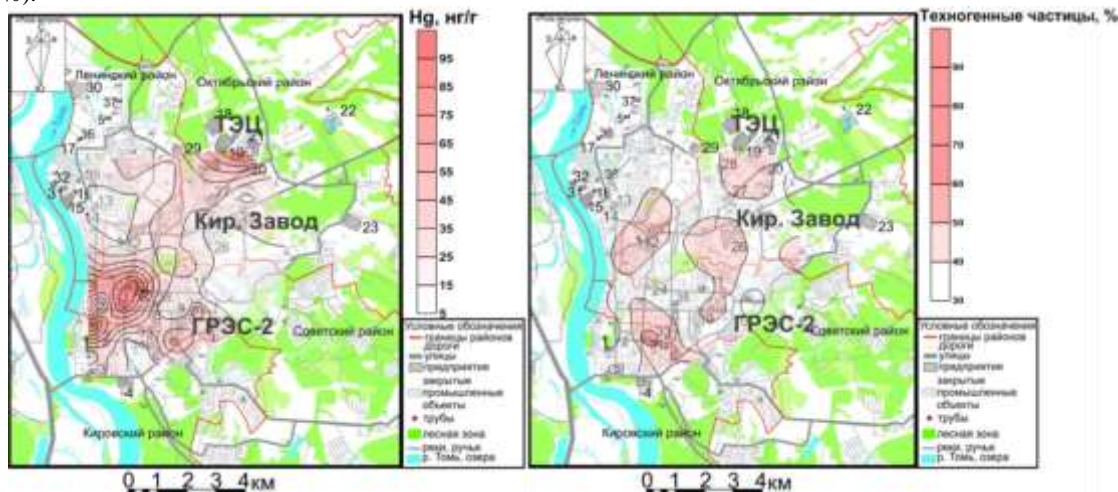


Рис. Карты-схемы пространственного распределения ртути (слева) и техногенных частиц (справа) в уличной пыли на территории г. Томска

Изучение методом сканирующей электронной микроскопии показало в пробах уличной пыли наличие тяжелых металлов (оксиды железа, свинца, вольфрама и др.), лантан-цериевые частицы, размер которых составил от 1 до 5 мкм. Однако микрочастиц, содержащих ртуть, обнаружено не было.

Таким образом, изучение уличной пыли г. Томска позволило обнаружить геохимические ореолы ртути, антропогенные источники поступления элемента в окружающую среду на основе изучения состава уличной пыли в летний период года.

Литература

1. Joint W. H. O. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution. – World Health Organization. Regional Office for Europe, 2007. – 130 p.
2. Yang Z. et al. Assessment of Heavy Metals Contamination in Near-Surface Dust // Polish Journal of Environmental Studies. – 2015. – Т. 24. – №. 4.
3. Касимов Н. С. и др. Геохимия ландшафтов Восточной Москвы. – 2016.
4. Ляпина Е. Е., Головацкая Е. А., Ипполитов И. И. Исследование содержания ртути в природных объектах Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. – 2009. – Т. 16. – №. 1. – С. 3-8.
5. Рихванов Л. П., Осипова Н. А., Петрова Л. А. Ртуть в почвах Томского региона // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. – 2010. – С. 200-202.
6. Таловская А. В. Оценка эколого-геохимического состояния районов г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей: дис. – 2008.
7. Таловская А. В. Экогеохимия атмосферных аэрозолей на урбанизированных территориях юга Сибири (по данным изучения состава нерастворимого осадка снегового покрова): дис. ... д-ра геол.-минерал. наук / Таловская Анна Валерьевна. – Томск, 2022. – 373 с.
8. Юсупов Д. В. и др. Ртуть в листьях тополя на урбанизированных территориях Юга Сибири и Дальнего Востока // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – №. 12. – С. 56-62.
9. Язиков Е. Г., Шатилов А. Ю., Таловская А. В. Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами. – 2004.